

Flaix de ciència

Gran o petit, llarg o curt...?

Algunes reflexions sobre la manera com comprenem les magnituds

Víctor Grau i Torre-Marín. Escola Politècnica Superior, Universitat de Vic

Comprenem millor aquelles magnituds de les quals tenim una experiència directa i que són properes a les dimensions implicades en la nostra vida quotidiana. Si depassen en molt, per excés o defecte, les escales habituals, aleshores necessitem referències. En general som capaços d'avaluar amb força precisió com de llarg és un metre, però se'ns fa més difícil si pensem en altres magnituds: volums, temps, rotacions... i fàcilment en perdem la perspectiva de les dimensions. La mesura ens dona uns valors, però en copsem la «grandària»? Com comprenem les magnituds?

«Com puc, al mateix temps, estar en el present i disposar de prou perspectiva per adonar-me que el temps passa?»
Sant Agustí, *Confessions*

Comprar 250 g de pernil o un litre de llet, tallar un metre de cordill o esperar el tren mitja hora són fets habituals. Intuïtivament sabem quin volum de llet tindrem, la longitud del cordill o com de llarga serà l'espera a l'estació. Concebre la magnitud de fets com aquests no suposa cap mena d'esforç, ja que ens hi ajuda la nostra experiència quotidiana.

Ara bé, si ens diuen que un disc gira a trenta-tres revolucions per minut segurament haurem de fer una petita divisió i observar el ritme al qual gira el disc per fer-nos-en una idea. Tampoc no ens farem una idea immediata del volum d'un dipòsit de 1.600 litres o dels 4×10^{11} estels de la nostra galàxia. I és que fàcilment les magnituds depassen la nostra comprensió... Tot sovint mesurar és un problema resolt, però això no garanteix la comprensió de les magnituds mesurades.

Mesurar

Comencem per posar algun exemple del que és o del que no és una magnitud. Ho són, per exemple la força, la velocitat o el volum. No ho són l'amor, el dolor, la valentia. Siguin o no magnituds, de totes podem fer-nos una idea del «valor» a través de mesures, de la nostra percepció directa o de les nostres emocions. La velocitat, per exemple, la podem mesurar amb un regle i un cronòmetre. Una operació matemàtica ens en donarà el valor i serà més precís com més ho siguin les nostres mesures.

I si volem mesurar el dolor? El dolor es defineix com 'una experiència sensorial i emocional desagradable'. Un dolor que és tolerable per a unes persones pot ser insuportable per a altres. El dolor és sempre subjectiu; però es busquen maneres de mesurar-lo, com ara és donant als pacients una línia d'uns 10 cm sobre la qual han de situar la intensitat del seu dolor. Però un cop mesurades les magnituds, com les comprenem?

L'experiència

Per a un infant de sis anys una setmana és

llarguíssima, el curs escolar és enorme i pensar a dos anys vista és el futur llunyà. La seva experiència vital ha estat de només sis anys, i dos en són una eternitat. A mesura que ens anem fent grans, la nostra percepció del temps canvia, aviat una setmana serà un temps curt, i el curs escolar esdevé un període raonable. A vint anys mirem deu anys enrere i ens sembla molt de temps, i cap a cinquanta descobrim que certs records, que crèiem propers, ja tenen trenta anys. La nostra percepció del temps va canviant amb la nostra experiència vital.

La distància de Vic a Sant Cugat és d'uns 60 km i la major part de nosaltres ens fem una idea clara de què significa això; però fixem-nos com. Potser pensem en el viatge en cotxe, els revolts que passarem, el temps que trigarem i els pobles que passarem, i tot això ens dona una imatge dels 60 km. També podem imaginar el plànol i veure les ciutats i la carretera. Però si un metre de cordill el copsem directament d'una ullada, ara necessitem l'ajut de referències temporals o espacials.

Observem, doncs, que copsar magnituds implica referir-se a alguna experiència personal, fet que ens remet a la coneguda frase de Protàgores «l'home és la mesura de totes les coses». Aristòtil ho explica dient:

«[...] i no deia altrament que allò que sembla a cadascú, allò és sens dubte. Essent així, resulta que la mateixa cosa és i no és, que és bona i dolenta, i igualment en relació amb el que es pot dir amb proposicions contradictòries, ja que una cosa apareix a uns bella, i a d'altres al contrari: mesura és allò que apareix a cadascú.»

L'experiència ens dona recursos, així l'astrònom s'habitua a treballar en anys llum i es fa una idea clara de les dimensions a l'espai, el biòleg copsa les mides relatives dels microorganismes i el geòleg la durada dels períodes geològics, però potser no amb la immediatesa del litre de llet esmentat al principi.





Gran o petit, llarg o curt... ?

ment i no ens en diu res. El llenguatge quotidià li atribueix «rapidesa», però justament la velocitat és una derivada respecte... al temps!

Per afegir-hi més dificultat, la durada mai no es fa present *in extenso*, està formada per instants que no coexisteixen. La podem recórrer, però no la podem mostrar, només en podem percebre els efectes, i és així com en cospem la magnitud.

I doncs?

Som capaços de mesurar el temps, l'espai o les masses amb una precisió extraordinària, però sembla que sense alguna experiència més vital i directa d'aquestes segueixen lluny de la nostra comprensió. Potser ja tenia raó Protàgores:

«Les coses són, amb relació a mi, tal com a mi em semblen,
i amb relació a tu, tal com a tu et semblen».

Pensem millor «en pla»

I si els objectes es corben o giren? Aquí la nostra comprensió es posa a prova. Estem habituats a un entorn «pla», en el qual tenim les nostres experiències, treballar amb girs o superfícies corbes demana un esforç suplementari. Respecte a les rotacions sorprèn força la proposta de Lévy-Leblond en què compensa la doble torsió d'una cinta aplicant només translacions paral·leles de l'extrem d'aquesta, i ens fa veure la propietat geomètrica del nostre espai on l'absència de rotació equival a dues voltes completes. Aquesta estranya propietat desfigura l'oposició entre les categories recte i corbat, ja que mostra que es pot cargolar la cinta sense fer-la girar.

D'una altra banda, és més fàcil imaginar 1 m² sobre un pla que sobre una esfera. I per

això el problema dels cartògrafs: traslladar al pla la superfície de la Terra. De fet, és un problema insoluble, ja que és impossible projectar fidelment una esfera sobre un pla; però sobre el pla sabem treballar: marcar rutes o mesurar distàncies. Els primers mapes dibuixaven un món molt petit, fruit de la gran quantitat de terres inexplorades; un altre cop, la mesura del món estava determinada pel coneixement que en teníem.

El temps

El temps és desconcertant. Com que no en tenim cap imatge directa, per copsar-lo imaginem processos de durada similar, comparables. Podem agafar un rellotge, però què ens marca el rellotge? Observem el moviment de les busques, i diem que dona l'hora, però el rellotge passa les hores sense fer res més que girar: disfressa el temps de movi-

Bibliografia

CARANDELL, M. (2012). «Entrevista a John Wearden: Provo d'entendre per què a la gent gran els dies se'ls fan llargs i els mesos curts» [en línia]. *UAB Divulga* (juny). <<http://www.uab.es/servlet/e?cid=1096481464166&pagename=UABDivulga%2FPage%2FTemplatePageDetallArticleInvestigar¶ml=1340173438747>>

HUANG, C. *The Scale of the Universe 2*. Aplicació informàtica <<http://htwins.net/scale2/index.html>>

KLEIN, É. (2003). *Las tácticas de cronos*. Siruela («Biblioteca de Ensayo», núm. 41).

LÉVY-LEBLOND, J. M. (1996). *Conceptos contrarios o el oficio de científico*. Tusquets («Metatemas», núm. 70).



Víctor Grau i Torre-Marín (Santa Coloma de Gramenet, 1962) és llicenciat en ciències físiques per la Universitat de Barcelona i doctor en ciències físiques per la Universitat Politècnica de Catalunya. Ha estat professor a la UPC

des del 1992 i, des del 2006, a la Universitat de Vic. Va iniciar la seva carrera investigadora treballant en matèria condensada i actualment centra la seva recerca en la didàctica de la ciència i les matemàtiques dins del Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències de la UVIC. És també creador i director de la iniciativa Physics! (www.physics.cat) per apropar la física als centres d'ensenyament de Catalunya.